

В. А. Гайченко

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ***ФАУНІСТИЧНІ КОМПЛЕКСИ ЯК ОБ'ЄКТ РАДІОЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ**

Показано важливість комплексного вивчення стану та особливостей функціонування фауністичних комплексів для радіоекологічних досліджень і відповідних узагальнень. Наведено приклади радіоекологічних узагальнень, зроблені із застосуванням наведених підходів.

*Ключові слова:* радіоекологія, фауністичні комплекси, ентомокомплекс, популяція, структура популяції, доза залежність.

Незважаючи на тривалий час, що віддаляє нас від аварії на ЧАЕС, радіоактивне забруднення довкілля та його вплив на флору і фауну залишається однією з найактуальніших проблем вивчення наслідків аварії. Загалом число робіт, присвячених накопиченню та перерозподілу основних біологічно активних радіонуклідів рослинами і тваринами, досить велике – проблему вивчали дослідники з багатьох наукових шкіл [1]. Разом з тим робіт, присвячених результатам вивчення відповіді цілісних флористичних або фауністичних комплексів як основної функціональної одиниці, що забезпечує стійкість біогеоценозу, ще недостатньо. Нині лише декілька наукових шкіл ведуть дослідження з цих питань: М. І. Кузьменка та Д. І. Гудкова – гідробіологія континентальних водойм; Г. Г. Полікарпова – морська гідробіологія; В. П. Краснова та О. О. Орлова – лісові екосистеми; І. М. Гудкова та В. О. Кашпарова – агроекосистеми. На жаль, припинила діяльність група з вивчення наземних фауністичних комплексів (Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України).

Ще й досі дослідження впливу забруднення навколишнього середовища техногенними радіонуклідами найчастіше концентрується на визначенні індикаторних видів або груп видів тварин, що найбільш адекватно реагують на таке забруднення, та вивченні особливостей їхнього перебування в забруднених екосистемах. Такий підхід базується на аналізі окремих популяцій тварин або певної вибірки особин, які складають популяцію, і дає змогу визначити цілий ряд змін, викликаних впливом іонізуючих випромінювань на різних рівнях організації – від організмового до популяційного. Широко відомі роботи В. Є. Соколова, Д. О. Криволуцького, А. Д. Покаржевського, А. І. Ільєнка [2 - 5] та інших дослідників, що по праву вважаються класичними і присвячені вивченню диких тварин як складової загального екологічного моніторингу. Зокрема, на основі вивчення ґрунтових тварин, у першу

чергу дощових черв'яків, було показано відмінності біомаси та чисельності цих тварин в умовах радіоактивного опромінення, зміни в їхньому імунному статусі, визначено основну роль цих тварин у біологічній індикації стану навколишнього середовища. Широкомасштабні дослідження мишоподібних та деяких видів птахів після відомої радіаційної аварії на Південному Уралі (1957 р.) дали змогу розширити концепцію індикаторних видів і на хребетних тварин, які також, за певних умов, можуть бути біоіндикаторами радіоактивного забруднення довкілля.

Суттєвий імпульс до істотного розширення досліджень стану та реакції біоти в зоні впливу підвищених рівнів радіоактивного забруднення був наданий аварією на ЧАЕС. Істотною відмінністю цих досліджень від попередніх стала складність екологічної обстановки, що характеризувалася накладанням радіаційного пресу, й так званих вторинних екологічних факторів, пов'язаних із припиненням господарської діяльності на значній території. Ці різноспрямовані фактори середовища обумовили неоднозначність зворотної відповіді біоти, але дали можливість виокремити саме радіаційний компонент цієї відповіді на рівні фауністичних комплексів. Саме відгук фауністичних комплексів, а не окремих популяцій або вибірок з популяцій тварин, становить найбільший інтерес у вивченні особливостей існування тварин в умовах радіоактивного забруднення екосистем. Наведемо лише один приклад: у 1986 р. в зоні ураження сосни (зона відчуження ЧАЕС) майже повністю зникла руда лісова мураха, що було не наслідком радіаційного ураження цих тварин, а наслідком порушення функціонування консорцій пов'язаних із сосною [6].

На основі вивчення змін структури фауністичних комплексів [7, 8] була запропонована схема періодизації впливу аварії на ЧАЕС на стан фауністичних комплексів, пізніше підтверджена й для інших живих організмів.

Перший період – приблизно перші 60 - 80 днів після вибуху реактора – характеризується гострим (або підгострим) впливом іонізуючого випромінювання на основу консорцій – концентри, у першу чергу хвойних дерев, що призвело до істотних змін у складі ентомокомплексів. Насамперед це відбилося на стані комплексів, безпосередньо пов'язаних із хвойними деревами. Істотні зміни стосувалися чисельності комах-фітофагів і залежних від них груп. Так, лише з порушенням трофічних і, можливо, топічних зв'язків суттєво знизилась щільність гніздової популяції комахоїдних птахів лісового комплексу [9].

Другий період – період загального пригнічення деяких біогеоценозів – тривав близько 5 років (приблизно до кінця 1991 р.). У цей період відзначався загальний пригнічений стан ентомологічних комплексів, пов'язаних у процесі життєдіяльності, у першу чергу з радіоактивно забрудненим ґрунтом, – найбільш радіостійких груп тварин. Вивчення комах ґрунтового комплексу показало стійке зменшення видового різноманіття майже всіх груп комах (фітофагів, хижаків та сапрофагів), а також значні відхилення від нормального стану в структурі комплексу, в якому сталося стійке заміщення домінантів угруповання [10].

Подібним чином спрямовані зміни сталися в цей період і в складі та структурі лісових та водно-болотних орнітологічних комплексів – відбулася зміна домінантів угруповання та зниження успішності розмноження водоплавних птахів на фоні загального зниження чисельності їхньої гніздової популяції, а також поступове зміщення домінантів серед птахів, що гніздяться в дуплах, на користь мігруючих видів. Разом з тим слід зазначити, що сприятливі екологічні умови (у першу чергу кормова база), які склалися на той час, значною мірою нівелювали негативний вплив радіоактивного опромінення мікромамалій і призвели до описаного Г. Г. Полікарповим явища "екологічного маскування", незважаючи на те що радіоактивне забруднення екосистем та їхнього фауністичного компонента в тому числі було значним [11].

Третій період – приблизно з 1992 р. – характеризувався поступовим відновленням чисельності й структури ентомо- та орнітокомплексів і стабілізацією структури мікромамалій.

Аналіз змін, що відбулися протягом усіх трьох періодів у структурі фауністичних комплексів, показав, що найхарактернішими відхиленнями в структурі на забруднених чорнобильськими радіонуклідами ділянках зони відчуження, особливо ґрунтових комах, є зниження загальної чисельності фітофагів. На перелогах, що сформувалися на

місці колишніх сільськогосподарських угідь, створилися сприятливі умови для розвитку ґрунтових жорсткокрилих поліфагів. Таким змінам сприяла й життєдіяльність інших тварин, зокрема диких кабанів, щільність яких зросла майже вдвісьтеро [12, 13]. Ріюча кормова діяльність цих тварин сприяла прискореному відновленню трав'янистої рослинності й, тим самим, поліпшувала кормову базу комах-поліфагів.

Особливо значні відхилення від норми в структурі комах ґрунтового ентомокомплексу були зафіксовані протягом перших п'яти років після аварії, коли майже у всіх ценозах домінуючою групою були мертвоти, які споживали мертву органіку як рослинного, так і тваринного походження, що однозначно свідчило про неблагополучний стан екосистем. У лісових біоценозах істотно скоротилась загальна кількість видів і трофічних груп комах, а в загальній структурі безхребетних ґрунту домінували копрофаги, що також легко пояснюється зростанням чисельності як крупних ссавців, так і мікромамалій [10].

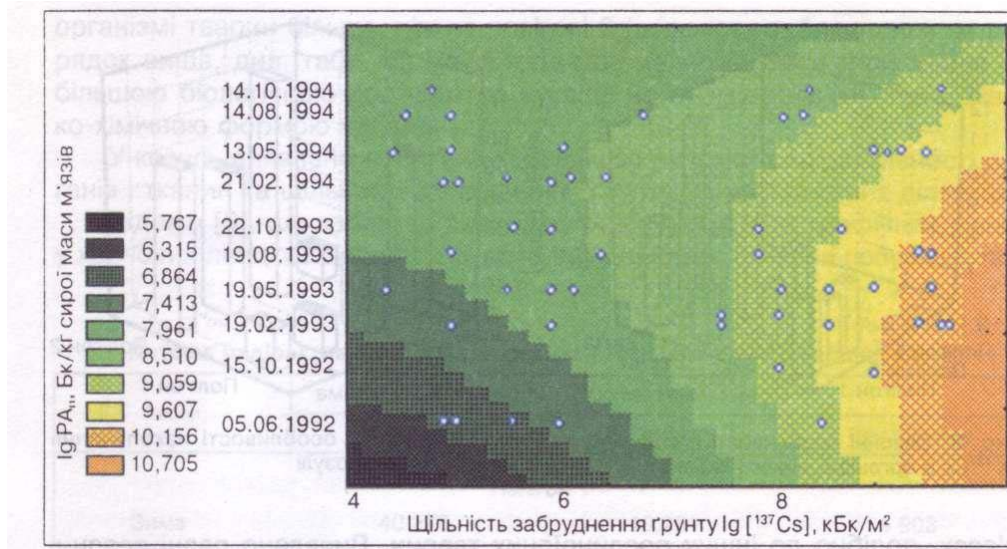
На фоні відносно стабільної, але дозозалежної щільності популяції мишоподібних гризунів спостерігаються істотні зрушення в бік домінування молодших вікових груп і підвищеної елімінації старших у віковій структурі популяції, а також у відносній плодючості тварин, наслідком чого стало залучення до репродукції молодших вікових груп, що дає можливість популяції існувати в умовах жорсткого радіаційного пресу. Дещо подібне явище відзначалось і для птахів-домінантів лісових екосистем – на найбільш забруднених радіонуклідами ділянках майже 100 % самок беруть участь у формуванні другої кладки.

Значна кількість наукових робіт указує на наявність дозових залежностей окремих популяційних характеристик. У першу чергу це стосується вікової структури популяції окремих видів, їхньої щільності та чисельності [14 - 19]. Разом з тим дозова залежність може бути виявлена не завжди, особливо у випадку вивчення рухомих або мігруючих тварин. Зокрема, було доведено, що вона нехарактерна для мисливсько-промислових тварин, загальна чисельність яких зросла у 4 - 10 разів залежно від виду тварин. Значно складнішою є ситуація з мігруючими птахами, для яких взагалі не можна встановити такої залежності, особливо щодо їхньої чисельності та щільності гніздової популяції.

Дослідження особливостей перебування осілих видів тварин в умовах зони відчуження вже в перші роки після аварії дало змогу виявити взаємозв'язок чисельності їхніх популяцій зі способом життя і ступенем забруднення території радіоактивними випаданнями. Перебуваючи на

території з плямистими випаданнями і маючи дуже значні за площею кормові ділянки [13], такі тварини дещо зменшують вплив опромінення як на рівні індивіда, так і на рівні усєї популяції. Цікавим є й те (рисунок), що з плином часу відбувається певне зменшення чисельності тварин із високим ступенем забруднення м'язової тканини, а натомість зростає число тварин із серед-

ньою або низькою питомою активністю тканин [16]. Унаслідок таких екологічних особливостей великих і рухомих тварин був запропонований принцип екологічної радіостійкості популяцій [20, 21], який ураховує взаємозв'язок особливостей способу життя тварин в умовах радіоактивного забруднення ценозів зі здатністю популяції до самопідтримання на досить високому рівні.



Контурний графік співвідношення щільності забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  та питомої радіоактивності м'язів дикого кабана у часі [16]. (Див. рисунок кольоровий на сайті журналу.)

Таким чином, вивчення фауністичних угруповань та їхніх змін за умов, зокрема радіоактивного забруднення екосистем, свідчить про необхідність урахування під час досліджень не лише окремих індивідуальних, популяційних і видових параметрів, але й особливостей функціонування цілісних комплексів як складової біоценозу, враховуючи

певну адаптацію тварин до несприятливих умов існування з наступним зміщенням норми реакції на ці умови. Саме такі дослідження дають змогу висвітлювати вплив гомеостатичних механізмів на рівні біоценозу, спрямованих на підтримання необхідних для існування фауністичних комплексів параметрів і на їхнє функціонування.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Gudkov I.N., Gaychenko V.A., Pareniuk O.Yu., Grodzinsky D.M. Changes in biocenoses in the Chernobyl NPP accident zone // Ядерна фізика та енергетика. - 2011. - Т. 12, № 4. - С. 105 - 109.
2. Соколов В.Е., Криволицкий Д.К., Усачев В.Л. Дикие животные в глобальном радиоэкологическом мониторинге. - М.: Наука, 1989. - 148 с.
3. Покаржевский А.Д., Криволицкий Д.А. Круговорот элементов и структура сообществ животных в лесостепи // Экология. - 1981. - № 4. - С. 67 - 72.
4. Криволицкий Д.А., Тихомиров Ф.А., Федоров Е.А. и др. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз. - М.: Наука, 1988. - 250 с.
5. Ильенко А.И., Крапивко Т.П. Экология животных в радиационном биогеоценозе. - М.: Наука, 1989. - 223 с.
6. Францевич Л.И., Гайченко В.А., Крыжановский В.И. Животные в радиоактивной зоне. - К.: Наук. думка, 1991. - 128 с.
7. Гайченко В.А. Экологические эффекты в популяциях животных 30-километровой зоны ЧАЭС // Тез. докл. II радиобиол. съезда. - К., 1993. - Т. 1. - С. 203.
8. Францевич Л.И., Крыжановский В.И., Гайченко В.А., Стовбчатый В.Н. Изменения численности и распределения животных в результате изменения режима деятельности человека в 30-км зоне ЧАЭС // Радиационные аспекты Чернобыльской аварии. - СПб, 1993. - Т. 2. - С. 119 - 127.
9. Гайченко В.А. Особливості існування диких тварин в умовах радіоактивного забруднення біогеоценозів / Чернобыль. Зона відчуження. - К.: Наук. думка, 2001. - С. 317 - 325.
10. Гайченко В.А., Титар В.М., Стовбчатый В.М., Шуваліков В.Б. Загальні риси взаємозв'язку біорізноманіття фауністичних комплексів та їх компонентів в умовах радіоактивного забруднення // Агроекологічний журнал. - 2008. - № 2. - С. 58 - 61.
11. Францевич Л.И., Балашов Л.С., Гайченко В.А. Природні процеси в екосистемах зони відчуження // Аутореабілітаційні процеси в екосистемах Чернобыльської зони відчуження. - К.: МНС та НАН

- України, 2001. - С. 205 - 242.
12. *Гайченко В.А., Титар В.М., Стовбчатий В.М., Шуваликов В.Б.* Проблема системної оцінки впливу чорнобильської аварії на біорізноманіття та стійкість біосистем // *Агроекологічний журнал*. - 2008. - № 1. - С. 67 - 73.
  13. *Gaychenko V.A., Kryzhanovsky V.I., Stovbchaty V.N.* Post-Accident State of the Chernobyl Nuclear Power Plant Alienated Zone Faunal Complexes // *Radiation Biology & Ecology*. - 1994. - Special Issue. - P. 27 - 32.
  14. *Гайченко В.А.* Особливості формування дозових навантажень деяких наземних тварин // *Науковий вісник НУБіП України*. - К., 2009. - № 134, ч. 1. - С. 134 - 141.
  15. *Сімонова Л.І., Гайченко В.А.* Біогенна міграція <sup>137</sup>Cs в трофічних ланцюгах // *Український радіологічний журнал*. - 2009. - № 2. - С. 218 - 220.
  16. *Гайченко В.А., Коваль Г.М., Титар В.М.* Особливості надходження і біогенного перерозподілу радіонуклідів, їх міграція по трофічних ланцюгах та формування дозових навантажень диких тварин / *Чорнобиль. Зона відчуження*. - К.: *Наук. думка*, 2001. - С. 299 - 316.
  17. *Радиоэкологические аспекты и проблемы защиты растений от болезней и вредителей на загрязненной радионуклидами территории / Под ред. И. Н. Гудкова, Е. Г. Бунтовой, В. Н. Чайки*. - Киев - Чернобыль, 2012. - 188 с.
  18. *Гайченко В.А., Жежерин И.В., Небогаткин И.В.* Изменения видового состава и численности мелких млекопитающих в 30-км зоне ЧАЭС в послеаварийный период // *Млекопитающие Украины*. - К.: *Наук. думка*, 1993. - С. 153 - 164.
  19. *Козиненко И.И., Титар В.М., Шуваликов В.Б.* Природные популяции животных в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС // *Радиоэкологические исследования в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС (к 20-летию аварии на Чернобыльской АЭС)*. - Сыктывкар, 2006. - С. 48 - 68. - (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 180).
  20. *Гайченко В.А., Акимов И.А.* Экологическая радиостойчивость животных // *Эколого-фаунистические исследования в зоне Чернобыльской АЭС*. - Киев, 1994. - С. 32 - 43. - (Препр. / НАН Украины. Ин-т зоологии; 94.5).
  21. *Гайченко В.А.* Экологическая радиостойчивость животных // *Фундаментальные и прикладные аспекты радиобиологии: биологические эффекты малых доз и радиоактивное загрязнение среды*. - Минск, 1998. - С. 47 - 50.

**В. А. Гайченко**

#### **ФАУНИСТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ КАК ОБЪЕКТ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

Показана значимость комплексного изучения состояния и особенностей функционирования фаунистических комплексов для радиоэкологических исследований и соответствующих обобщений. Приводятся примеры радиоэкологических обобщений, осуществленные с использованием указанного подхода.

*Ключевые слова:* радиоэкология, фаунистические комплексы, энтомокомплекс, популяция, структура популяции, дозовая зависимость.

**V. A. Gaychenko**

#### **FAUNISTIC COMPLEXES AS THE OBJECT OF RADIOECOLOGICAL MONITORING**

Importance of comprehensive study of the state and functioning faunal complexes for radioecological investigations and related generalizations was demonstrated. The examples of radioecological generalizations using this approach were performed.

*Keywords:* radioecology, faunistic complexes, entomocomplexes, population, population structure, dose dependence.

Надійшла 01.01.2013

Received 01.01.2013